

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-85920

⑬ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和61年(1986)5月1日

A 61 B 3/10

7437-4C

審査請求 未請求 発明の数 2 (全7頁)

⑮ 発明の名称 角膜形状測定装置

⑯ 特 願 昭59-207539

⑰ 出 願 昭59(1984)10月3日

⑱ 発 明 者 林 昭 宏 蒲郡市拾石町前浜34番地14

⑲ 発 明 者 檜 野 利 哉 蒲郡市拾石町前浜34番地14

⑳ 出 願 人 株式会社 ニデック 蒲郡市栄町7番9号

㉑ 代 理 人 弁理士 三 宅 宏

明 細 書

1 発明の名称

角膜形状測定装置

2 特許請求の範囲

1. 角膜上に少なくとも3つの点光源像を投影する投影手段を有し前記点光源像の位置を検出する検出光学系において光路を2分割し、1つの光路においては、各々の点光源像の一方の座標を一次元位置検出素子にて検出し、他の1つの光路においては、前記方向と直交する方向の座標を一次元位置検出素子にて検出することを特徴とする角膜形状測定装置。

2. 前記検出光学系において、角膜上の点光源像と一次元位置検出素子とが共役な位置関係となるような焦点距離を有する結像レンズを配置し、結像レンズの焦点位置に絞りを配置し、絞りと同前一次元位置検出素子とが、一様線方向断面において共役な位置関係となるような焦点距離を有する円筒レンズを配置することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の角膜形状測定装置。

3. 前記検出光学系において、角膜上の点光源像と一次元位置検出素子とが共役な位置関係となるような焦点距離を有する結像レンズを配置し、角膜上の各点光源像の各々の像が一次元位置検出素子上に結像するように、結像レンズと一次元位置検出素子の間にプリズムを配置し、さらに、一次元位置検出素子上にできる角膜上の各点光源像の各々の像が一次元位置検出素子の検出方向に対し、直交する方向に光が延びた線状の像となるよう結像レンズと、一次元位置検出素子の間に円筒レンズを配置したことを特徴とする特許請求の範囲第1項又は第2項記載の角膜形状測定装置。

4. 角膜上に少なくとも3つの点光源像を投影する投影手段を有し前記点光源像の位置を検出する検出光学系において、光路を2分割し、1つの光路においては、一次元位置検出素子上における像が90°回転するような光学部材を配置し1つの一次元位置検出素子にて、直交する2つの座標を検出することを特徴とする角膜形状測定装置。

3 発明の詳細な説明

イ. 発明の目的

イ-1. 産業上の利用分野

本発明は、眼科用測定装置の中で、人の角膜形状及びコンタクトレンズの曲率半径を測定するオフサルモメーターに関するものである。

イ-2. 従来技術

人の角膜形状を測定する主な目的としては、次の2つがある。

第1に、角膜乱視度数及び角膜乱視軸の測定である。人眼における乱視発生の要因のうち約80%は、角膜乱視によるものであり、角膜乱視を他覚的に測定することにより、自覚的屈折検眼の参考値とすることができる。

第2に、コンタクトレンズ処方におけるベースカーブ選定のための角膜曲率半径の測定である。

近年特にコンタクトレンズ処方の数が増大し、簡便に正確な結果が得られる装置が望まれている。

従来のオフサルモメーターでは、リング状の視標などを角膜上に投影し、角膜上にできた視標の像を観察光学系で観察し、観察光学系光路内に配

置したプリズム等を移動又は回転し、その移動量、又は回転量から角膜曲率半径を求めていた。角膜乱視がある場合には、装置全体を乱視軸の方向と一致するように回転させる必要があり、測定方法が複雑で時間がかかり角膜の動きにより、正確な測定ができないなど、数々の問題があった。このため、手動操作によるこの従来の方法にかわり、自動的に角膜形状を測定する装置として、例えば、特開昭58-73333号公報、特開昭58-75532号公報が開示されている。前者は、6ヶ所又は円環形状の光源、6ヶの開口、3ヶの一次元位置検出素子より構成され、3経線の像位置検出を行なう方法であるが、開口による光量損失が大きく、ストロボ等の大光量の光源を必要とし、又高価な検出素子が多数必要なため、装置の大型化、保守管理、製造コストなどの上で問題がある。

後者は、円形を成す光源又は円形開口マスク板を通過した光がさらにピンホールを通過した後、角膜に投影されるため、光量損失がきわめて大きく、光源部の構成が複雑で、装置の大型化、保守

管理、製造コストなどの点で前者以上に問題がある。

イ-3. 本発明が解決しようとする問題点

したがって本発明は、上述の従来のオフサルモメーターの欠点を解決し、きわめて簡便な構成にて、角膜やコンタクトレンズの曲率半径を精度良く自動測定できる装置を提供することにある。

ロ. 発明の構成

ロ-1. 問題点を解決するための手段

上記目的を達するために本発明は、角膜上に少なくとも3つの点光源像を投影する投影手段を有し前記点光源像の位置を検出する検出光学系において光路を2分割し、1つの光路においては、各々の点光源像の一方向の座標を一次元位置検出素子にて検出し、他の1つの光路においては、前記方向と直交する方向の座標を一次元位置検出素子にて検出することを特徴とするもので他の発明は1つの光路においては、一次元位置検出素子上における像が90°回転するような光学部材を配置し1つの一次元位置検出素子にて、直交する2つ

の座標を検出することを特徴とするものである。

ロ-2. 作用

本発明によれば、角膜上に投影された少なくとも3つの点光源像の位置の(x), (y)座標を、2つ又は1つの一次元位置検出素子で同時に測定することが可能で、被検眼角膜と測定光軸とのアライメントずれがあっても正しい結果が得られる。

ロ-3. 実施例

以下図面に示した測定原理及び実施例に基づき、本発明を説明する。

第7図は、本発明の測定原理を説明する平面図であり、角膜上にできた角膜反射像を裏写しているものとする。図示なき同心円を角膜上に投影した際、角膜が球面の場合は、半径aの円(1)ができ、角膜がトーリック面の場合は長径b1、短径b2の楕円(2)ができる。ここで、円(1)上の点(A) (B)が楕円(2)上の(A') (B')に対応しているものとする。さらに、楕円(2)は原点0を中心x軸より(θ)だけ傾いているとするし、

(A) から (A') への変化量の (x y) 成分をそれぞれ (ΔAx), (ΔAy) (B) から (B') への変化量の (x y) 成分をそれぞれ (ΔBx), (ΔBy) とすると

以下の関係が成立する。

$$\Delta Ax = b_1 \cos^2 \theta + b_2 \sin^2 \theta - a \cdots (1)$$

$$\Delta Ay = (b_1 - b_2) \sin \theta \cos \theta \cdots (2)$$

$$\Delta Bx = (b_1 - b_2) \sin \theta \cos \theta \cdots (3)$$

$$\Delta By = b_1 \sin^2 \theta + b_2 \cos^2 \theta - a \cdots (4)$$

これより、 b_1 , b_2 , θ は次の式で表わすことができる。

$$b_1 = \frac{\Delta By + \Delta Ax + 2a \pm \sqrt{(\Delta By - \Delta Ax)^2 + 4 \Delta Bx^2}}{2} \cdots (5)$$

$$b_2 = \Delta By + \Delta Ax + 2a - b_1 \cdots (6)$$

$$\theta = \sin^{-1} \left(\frac{2 \Delta Bx}{b_1 - b_2} \right) \cdots (7)$$

(8), (9)式に(5), (6)式を代入することにより、長辺の R、短辺の R を求めることができる。

第1図は以上の測定原理による実施例である。

発光ダイオード等の点光源 (3a), (3b) より出射した光はコリメーティングレンズ (4a), (4b) により平行光束となり被検眼角膜 (5) に (α) の角度をもって投影され、点光源像 (3a'), (3b') ができる。

同様に点光源 (3a) を光軸 0 に対し 90° 回転させた位置にある図示なき点光源 (3c) より出射した光は図示なきコリメーティングレンズ (4c) により平行光束となり、被検眼角膜 (5) に (α) の角度をもって投影され、図示なき点光源像 (3c') ができる。

結像レンズ (6) は、一次元位置検出素子 (7a), (7b) の検出面と点光源像 (3a'), (3b'), (3c') が共役となる位置に配置され、その像側焦点位置にテレセントリック絞り (8) が配置され、光路はビームスプリッター (9) で 2 分割されている。さらに、テレセントリック絞り (8) と一次元位置検出素子 (7a), (7b) の間に、軸が一次元位置検出素子の検出方向と一致するように凸円筒レンズ (10a), (10b) が配置されている。凸円筒レンズ (10a), (10b) の焦点距離は、円筒軸方向断面では無限大で、円筒軸方向と直交する方向の断面では、テレセントリック絞り (8) と、一次元位置検出素子 (7a), (7b) とがおおよそ共役となる焦点距離であることを特徴とする。さらに、一次元位置検出素子 (7a) と (7b) は相対的に直交の関係にある。

さらに (A') と対称な点 (C') の位置を検出し、(A') と (C') の 2 点間の中心を求めることにより原点 0 の位置を求める。

以上、基準円 (1) 上の点 (A), (B), (C) の各 (x) (y) 座標をあらかじめ記憶させるとともに、形状が未知の角膜によりできる点 (A'), (B'), (C') の各 (x) (y) 座標を検出することにより、角膜形状の測定が可能となる。

次に楕円形状と角膜トーリック面形状との関係について、第8図により説明する。

光軸 0 に対し α の角度をもって、コリメートされた点光源 (3) を角膜上に投影する。この時できる像 (3') の光軸 0 からの距離を b_1 とすると、この断面における角膜曲率半径 R_{b1} は次式により表わすことができる。

$$R_{b1} = \frac{2b_1}{\sin \alpha} \cdots (8)$$

同様に光軸 0 からの距離 b_2 の像ができるときの角膜曲率半径 R_{b2} は次式により表わすことができる。

$$R_{b2} = \frac{2b_2}{\sin \alpha} \cdots (9)$$

第2図は、一次元位置検出素子 (7a), (7b) を円筒レンズ (10a), (10b) 側より見た図である。円筒レンズ (10a), (10b) が無いと仮定した時の点光源像は、(3a''), (3b''), (3c'') であり、円筒レンズ (10a), (10b) が入ることにより、各点光源像 (3a''), (3b''), (3c'') を形成する光束は、その主光線がテレセントリック絞り (8) を通過することから、円筒レンズ (10a), (10b) のプリズム作用により、一次元位置検出素子、(7a), (7b) の素子上にのる像 (3a''), (3b''), (3c'') となる。

(3b''), (3c'') となる。さらに、(3a''), (3b''), (3c'') は、円筒レンズ (10a'), (10b') により、一次元位置検出素子の検出方向と直角な方向に伸びた線像となることから、各部材の位置合せは、正確である必要がなく、調整を行なう上で有用である。一次元位置検出素子 (7a) を走査し、(7a) 上の線像 (3a''), (3b''), (3c'') の間隔を測定することにより、角膜上にできた点光源像 (3a'), (3b'), (3c') の各 (x) 座標が求められ、同様に、一次元位置検出素子 (7b) を走査することにより、各 (y) 座標が求められる。

第3図は、本発明の第2の実施例であり、前述の第1の実施例の検出光学系を構成する別の実施例であり、投影光学系及び結像レンズは省略してある。テレセントリック絞り(8)を通過した光はビームスプリッター(9)で光路 (x), (y) に2分割され円筒レンズ (10a'), (10b') を通過した後、偏向プリズム (11a), (11b), (11c) を通過し、一次元位置検出素子 (7a), (7b) に結像する。ここに使用する円筒レンズ (10a')

(10b') は、一次元位置検出素子 (7a), (7b) に結像する点光源像を検出方向に対し直角の方向に光が延びた線状の像にすることが目的であり、円筒軸方向断面の焦点距離は無窮大で、これと直交する方向の焦点距離は任意である。偏向プリズム (11a), (11b), (11c) が無いと仮定すると、角膜上にできる点光源像 (3a'), (3b'), (3c') の一次元位置検出素子 (7a), (7b) 側にできる線状の像は第4図の (3a''), (3b''), (3c'') の位置となる。

偏向プリズム (11a) は、光路 (x) 上の線状の像 (3c'') の光束上に配置され、偏向プリズム (11b) は、光路 (y) 上の線状の像 (3a'') の光束上に配置され、偏向プリズム (11c) は、光路 (y) 上の線状の像 (3b'') の光束上に配置されており、標準的な曲率半径の角膜を、アライメントを正確に行ない測定した際に、それぞれの光 (3a''), (3b''), (3c'') の中心が一次元位置検出素子の検出面上の (3a''), (3b''), (3c'') の位置にくるような偏向角度を持って配置されている。

角膜の曲率に変化した際又は、アライメントが正確に行なわれず、角膜中心と測定光軸 0 とが一致していない際には、線状の像 (3a''), (3b''), (3c''), (3a''), (3b''), (3c'') の中心は一次元位置検出素子 (7a), (7b) の検出面上からズレを生ずるが、検出面上からはずれない十分な長さの線状の像のため測定が可能である。

偏向プリズム (11b) は、線状の像 (3a'') を一次元位置検出素子 (7b) 上に乗せるとともに、(3b'') とかさならないよう一次元位置検出素子 (7b) の検出方向にも偏向させる。これにより、光源像 (3a'), (3b'), (3c') は同時点灯を行なっても、それぞれを判別することが可能であり、一次元位置検出素子 (7a), (7b) は同時に一度の走査でそれぞれの像の (x) (y) 座標の位置を検出することが可能である。これにより測定が瞬時に完了することから、人眼の固視微動などの動きに対する誤差の影響をとりぞくことができ、正確な測定が可能となる。

第5図は、前述の第1の実施例の検出光学系を構

成する別の実施例であり、投影光学系及び結像レンズは省略してある。第6図は、一次元位置検出素子(7)を正面から見た図である。

テレセントリック絞り(8)を通過した光は、ビームスプリッター(9)で光路 (x) (y) に2分割され、さらに光路 (x) はプリズム反射面 (11) により、光路 (y) と平行に射出される。光路 (y) 上に、90°回転用光学部材として(実際には紙面に対し45°傾斜している)を配置し、光路 (y) を90°回転させている。

円筒レンズ(10)は、焦点距離が円筒軸方向断面では無窮大で、円筒軸方向と直交する方向の断面では、テレセントリック絞り(8)と、一次元位置検出素子(7)とがおおよそ共役となる焦点距離を有する。したがって、前記第1の実施例で説明したごとく、一次元位置検出素子(7)上に、図示なき点光源像 (3a'), (3b'), (3c') からの光が集まり、線状の像 (3a''), (3b''), (3c'') を形成する偏向プリズム (11) は、光路 (y) 上の (3a'') が結像する光束上に配置され、光を一次元位置検出素子(7)の検

出方向に偏向させることにより、(3b^{''})とかさならないよう(3a^{''})をつくり、3つの光源像(3a^{''})、(3b^{''})、(3c^{''})が同時点灯した際、それぞれの位置を判別できることを目的に配置されている。

この実施例では、円筒レンズ、一次元位置検出素子、偏向プリズムは、それぞれ1つで装置の構成が可能であり、きわめて簡単な構成で、しかも瞬時の測定が可能である。

ハ、発明の効果

以上説明したように、本発明によれば、角膜上に投影された少なくとも3つの点光源像の位置の(x)、(y)座標を、2つ又は1つの一次元位置検出素子で同時に測定することが可能で、被検眼角膜と測定光軸とのアライメントずれがあっても正しい結果が得られ、製造コスト、保守管理のうえで有利で小型な装置の作成が可能となった。

なお本発明において、投影手段は、発光ダイオード等の点光源にかぎらず、穴アキマスクをランプ等で照明したものであっても良く、投影光源の数は、3点にかぎらず4点等、より多くの数であ

ってもよいことは言うまでもない。

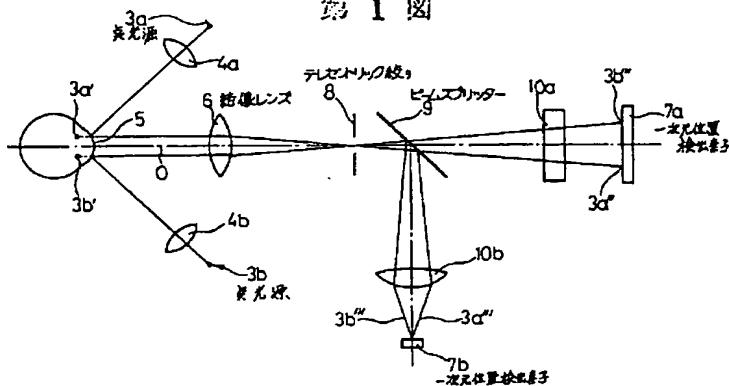
4 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の第1の実施例を示す断面図、第2図は、第1の実施例の一次元位置検出素子の正面図、第3図は、本発明の第2の実施例を示す部分断面図、第4図は、第2の実施例の一次元位置検出素子の正面図、第5図は、本発明の第3の実施例を示す部分断面図、第6図は、第3の実施例の一次元位置検出素子の正面図、第7図は、本発明の測定原理を示す角膜上にできた像の正面図、第8図は、測定原理を説明する断面図である。

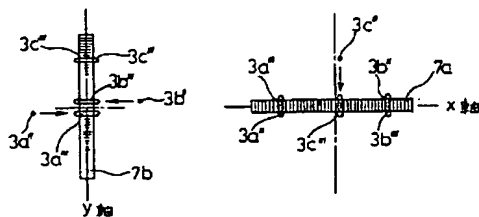
- (3a)、(3b)・・・点光源
- (4a)、(4b)・・・コリメーティングレンズ
- (6)・・・結像レンズ
- (8)・・・テレセントリック絞り
- (9)・・・ビームスプリッター
- (10a)、(10b)・・・円筒レンズ
- (7a)、(7b)・・・一次元位置検出素子
- (11a)、(11b)、(11c)・・・偏向プリズム
- (12)・・・90°回転用光学部材

図面の浄化(内容に変更なし)

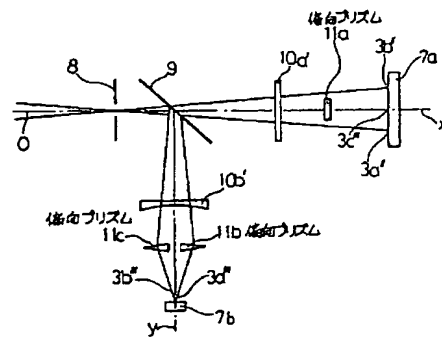
第1図



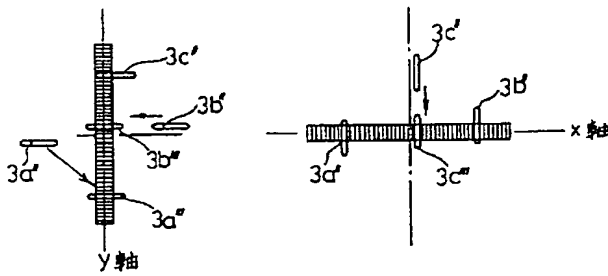
第2図



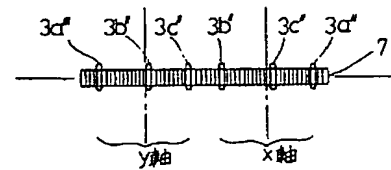
第3図



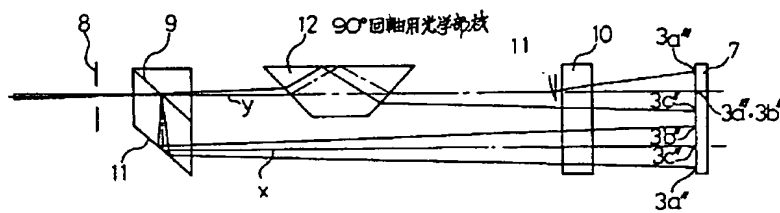
第 4 図



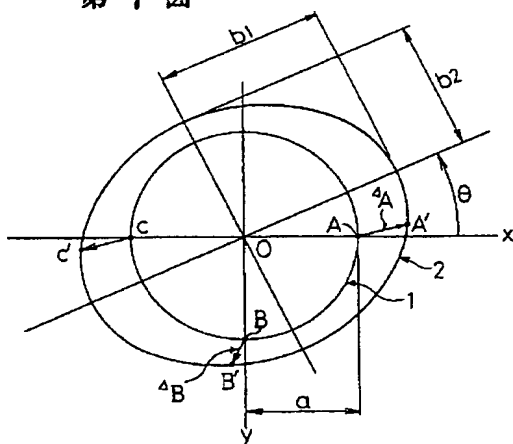
第 6 図



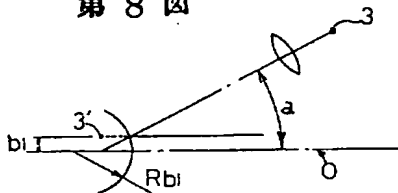
第 5 図



第 7 図



第 8 図



手 続 補 正 書 (方式)

昭和 60 年 2 月 25 日

特許庁長官 殿

1. 事件の表示

昭和 59 年特許願第 207539 号

2. 発明の名称

カクマクケイジ ヨウソクテイソウチ
角 膜 形 状 測 定 装 置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

氏 名
(名 称)

株式会社 ニデック

4. 代 理 人

住 所 名古屋市東区東片端町 18 番地

(5173) 弁理士 三 宅 宏

電 話 ナゴヤ (052) 962 - 7601 (代表)

5. 手続補正指令書の日付

昭和 60 年 1 月 9 日

6. 補正による増加する発明の数

7. 補正の対象 図 面

8. 補正の内容

邊界で描いた全図 (第 1 図 ~ 第 8 図)
を別紙の通り補充する。(内容に誤り
なし)

方 式
審 査

(印
効 力)

特許庁
60. 2. 26
出願第二係

特開昭61- 85920 (7)

手続補正書 (自発)

昭和 60年 2月25日

特許庁長官 殿

1. 事件の表示

昭和59年特許願第207539号

2. 発明の名称

カクマクセイジョウソクテイソウチ
角膜形状測定装置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

氏名 株式会社 ニデック
(名称)

4. 代理人 ㊟461

住所 名古屋市東区東片端町18番地
(5173) 弁理士 三宅 宏
電話 ナゴヤ (052) 962-7601 (代表)

5. 拒絶理由通知書の日付

6. 補正による増加する発明数

7. 補正の対象 明細書の発明の詳細な説明の欄

8. 補正の内容 別紙の通り

1. 明細書中、第14頁第8行目に「光学部材し
て」とあるを「光学部材(12)」と補正する。

2. 同じく、第14頁第18行目乃至第19行目
に「形成する偏向プリズム」とあるを「形成する。
偏向プリズム」と補正する。

以 上

方式
特許



昭 63. 3. 11 発行

手 続 補 正 書

昭和 62 年 12 月 9 日

特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

昭和 59 年特許願第 207539 号 (特開 昭 61- 85920 号, 昭和 61 年 5 月 1 日 発行 公開特許公報 61- 860 号掲載) については特許法第 17 条の 2 の規定による補正があったので下記のとおり掲載する。 1 (2)

Int. Cl. 4	識別記号	庁内整理番号
A61B 3/10		7184-4C

特許庁長官 殿

1. 事件の表示

昭和 59 年特許願第 207539 号

2. 発明の名称

角 膜 形 状 測 定 装 置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

氏 名 (名 称) 株式会社 ニデック

万 式
機 査

4. 代 理 人

住 所 名古屋市東区東片端町 18 番地

(5173) 弁 理 士 三 宅 宏

電 話 ナゴヤ (052) 962-7601 (代表)

5. 拒絶理由通知の日付

6. 補正の対象 明細書の発明の名称の欄、特許請求の範囲の欄及び発明の詳細な説明の欄

7. 補正の内容 別紙の通り



1. 明細書中、発明の名称の欄を次の通り補正する。

「角膜形状測定方法および角膜形状測定装置」

2. 同じく、特許請求の範囲の欄を別紙の通り補正する。

3. 同じく、第 5 頁第 10 行目乃至第 6 頁第 1 行目に「上記目的を達するために本発明は、・・・中略・・・特徴とするものである。」とあるを「上記目的を達するために本出願の第 1 の発明は、点対称位置にある 2 つの点光源を含む少なくとも 3 つの点光源を角膜上に投影し、点光源の角膜反射像の座標位置を検出記憶し、前記点対称位置の点光源像の位置座標より楕円の中心座標を求めた後、各点光源像を結ぶ楕円曲線より角膜の形状を測定することを特徴とする角膜形状測定装置で、第 2 の発明は、点対称位置にある 2 つの点光源を含む少なくとも 3 つの点光源を角膜上に投影する投影手段と、前記点光源像の位置を検出する検出光学系において光路を 2 つに分割する手段と、分割された各光路に交叉する方向に配置された一次元位

置検出素子とを有し、各座標位置を連結する楕円曲線より角膜の形状を測定することを特徴とする角膜形状測定装置で、第 3 の発明は、少なくとも 3 つの点光源を角膜上に投影し、投影された点光源による角膜上での反射点光源像を一次元位置検出素子で検出することができる角膜形状測定装置において、結像レンズと一次元検出素子の間にプリズムを配置し、同時に点光源を点燈しても各点光源像がどの点光源に対応するものか識別可能にしたことを特徴とする角膜形状測定装置で、更に第 4 の発明は、少なくとも 3 つの点光源を角膜上に投影する投影手段を有し、投影された点光源による角膜上での反射点光源像の位置を検出する検出光学系中で光路を 2 分割し、分割された各光路に交叉する方向に配置された一次元位置検出素子とを有する角膜形状測定装置において、分割された 1 つの光路においては、一次元位置検出素子上における像を 90° 回転させる光学部材を配置し、1 つの一次元位置検出素子にて二次元的位位置を検出することを特徴とする角膜形状測定装置である。」

と補正する。

以 上

特許請求の範囲

1. 点対称位置にある2つの点光源を含む少なくとも3つの点光源を角膜上に投影し、点光源の角膜反射像の座標位置を検出記憶し、前記点対称位置の点光源像の位置座標より楕円の中心座標を求めた後、各点光源像を結ぶ楕円曲線より角膜の形状を測定することを特徴とする角膜形状測定方法。

2. 点対称位置にある2つの点光源を含む少なくとも3つの点光源を角膜上に投影する投影手段と、前記点光源像の位置を検出する検出光学系において光路を2つに分割する手段と、分割された各光路に交叉する方向に配置された一次元位置検出素子とを有し、各座標位置を連結する楕円曲線より角膜の形状を測定することを特徴とする角膜形状測定装置。

3. 特許請求の範囲第2項記載の検出光学系において、角膜上の点光源像と一次元位置検出素子とが共役な位置関係となるような焦点距離を有する結像レンズを配置し、結像レンズの焦点位置に絞りを配置し、絞りと前記一様線方向断面において

共役な位置関係となるような焦点距離を有する円筒レンズを配置することを特徴とする角膜形状測定装置。

4. 少なくとも3つの点光源を角膜上に投影し、投影された点光源による角膜上での反射点光源像を一次元位置検出素子で検出することができる角膜形状測定装置において、結像レンズと一次元検出素子の間にプリズムを配置し、同時に点光源を点燈しても各点光源像がどの点光源に対応するものか識別可能にしたことを特徴とする角膜形状測定装置。

5. 少なくとも3つの点光源を角膜上に投影する投影手段を有し、投影された点光源による角膜上での反射点光源像の位置を検出する検出光学系中で光路を2分割し、分割された各光路に交叉する方向に配置された一次元位置検出素子とを有する角膜形状測定装置において、分割された1つの光路においては、一次元位置検出素子上における像を90°回転させる光学部材を配置し、1つの一次元位置検出素子にて二次元的位置を検出すること

を特徴とする角膜形状測定装置。